



**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

Dpto. de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

# **ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN DE UNA CALDERA DE RECUPERACIÓN EN UNA CENTRAL DE CICLO COMBINADO**

**Autor: Antonio Cañete Ruiz**

**Tutor: Ignacio A. Irausquín Castro**

**Ingeniería Industrial**



# ÍNDICE

- OBJETIVO
- INTRODUCCIÓN
- FUNDAMENTO
- ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA
- DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN
- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS



# OBJETIVO

**Analizar la estructura y diseñar la cimentación del edificio para la caldera de recuperación de una central de ciclo combinado**

Objetivo

Introducción

Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño  
cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros



# LOCALIZACIÓN

MONTOIR DE LA BRETAGNE, FRANCIA

POTENCIA: 435 MW

Objetivo

Introducción

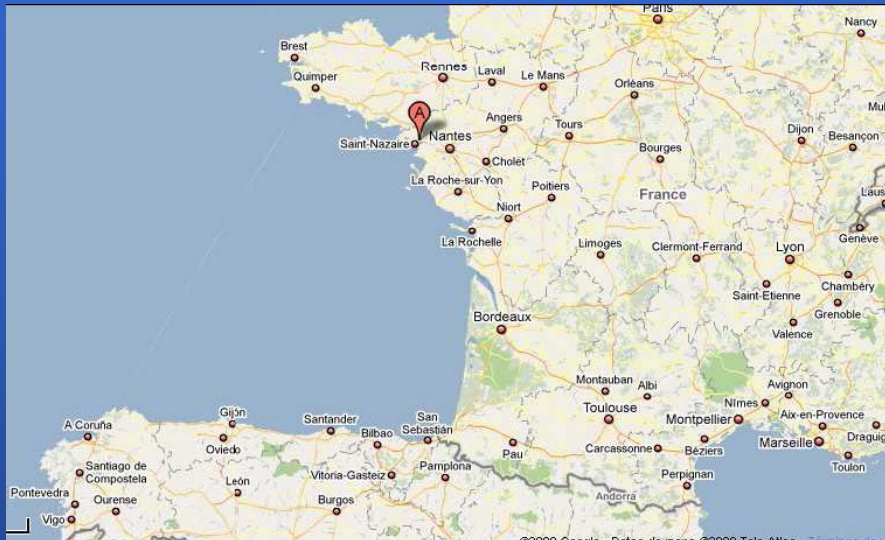
Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros



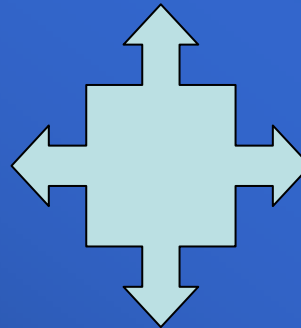


# RESPONSABLES

GAZ DE FRANCE (SPEM)



TECNICAS REUNIDAS



EMPRESARIOS  
AGRUPADOS

CONSTRUCTOR

PROVEEDORES

Objetivos

Introducción

Fundamento

Análisis de la  
estructura

Diseño  
cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros





# DISTRIBUCIÓN

Objetivos

Introducción

Fundamento

Análisis de la  
estructura

Diseño  
cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros





# FUNDAMENTO

Objetivo

## NORMATIVA: EUROCÓDIGO

Introducción

Grupo de normas para unificar en los países miembros el diseño de edificaciones y obras de ingeniería civil.

Fundamento

## STAAD PRO 2007

Análisis de la estructura

Programa comercial de calculo de estructuras basado en el método matricial

Diseño de cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros



# BASES DE CÁLCULO ESTADOS LIMITES

Objetivo

## 1. ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Introducción

**SEGURIDAD DE PERSONAS Y LA ESTRUCTURA**

Fundamento

Análisis de la  
estructura

## 2. ESTADO LIMITE SERVICIO

Diseño de  
cimentación

Conclusiones

**FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURA Y LA  
COMODIDAD DE LAS PERSONAS**

Trabajos futuros





# ESTRUCTURA DE LA CALDERA DE RECUPERACIÓN

Objetivo

Introducción

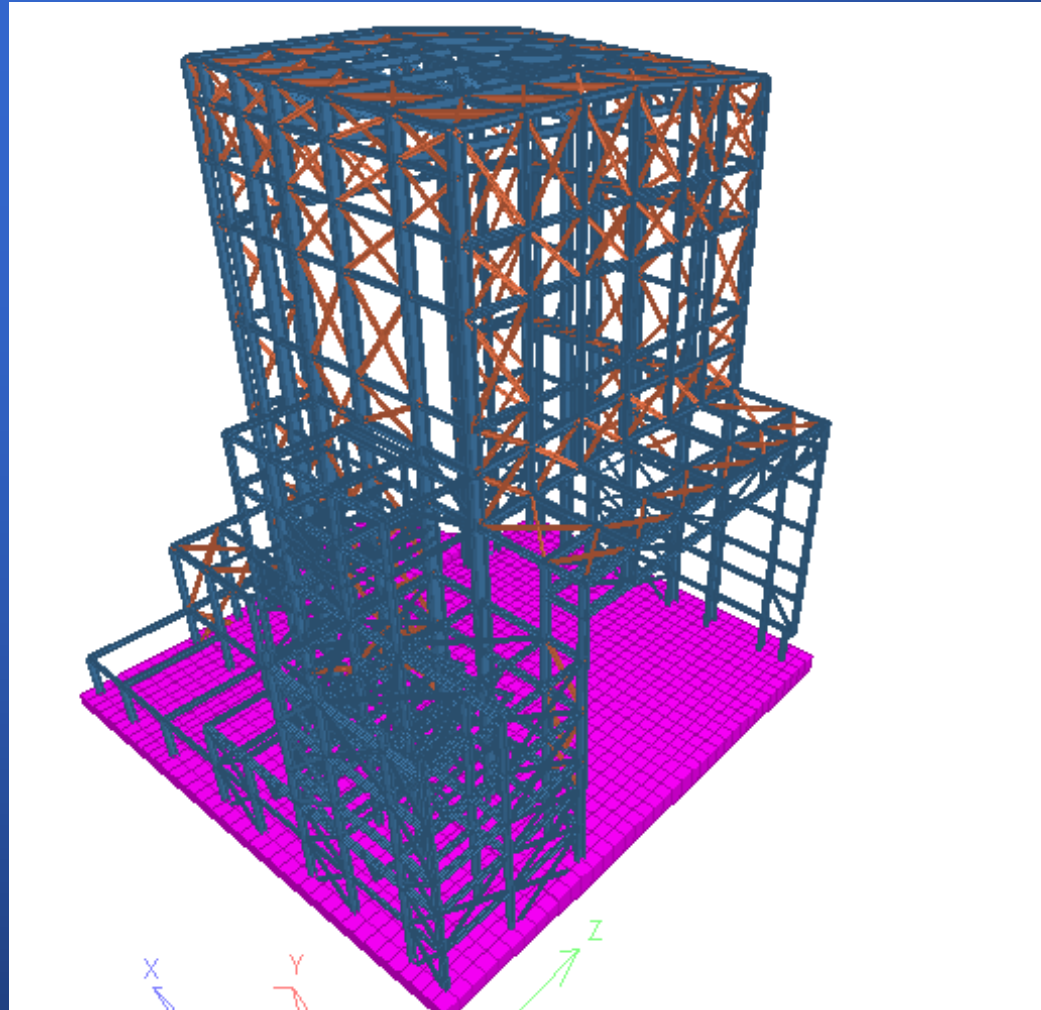
Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño de cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros





# CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

## ■ CARGAS PERMANENTES

Peso propio  $\rightarrow 77 \text{ kN/m}^3$

Ventiladores cubierta  $\rightarrow 0.65 \text{ kN}$

Elementos constructivos  $\rightarrow 0.5 \text{ kN/m}^3$

## ■ CARGAS VARIABLES

Sobrecargas cubierta  $\rightarrow 1.5 \text{ kN/m}^3$

Sobrecargas pisos  $\rightarrow 5 \text{ kN/m}^3$

Viento (de acuerdo al EC 1-4)

Térmica (de acuerdo al EC 1-5)

Objetivo

Introducción

Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño de cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros



# CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

Objetivo

- **CARGAS VARIABLES**

Tubería

Introducción

Fundamento

- **CARGAS ACCIDENTALES**

Sismo (de acuerdo al EC 8)

Análisis de la estructura

Diseño de cimentación

- **COMBINACIONES ESTADO LIMITE**

Estado limite último

Estado limite servicio

Conclusiones

Trabajos futuros



# COMPROBACIONES ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Objetivo

- STAAD PRO 2007 TIENE UN MODULO QUE CHEQUEA EL ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Introducción

- STAAD CÁLCULA UN RATIO QUE INDICA EL GRADO DE APROVECHAMIENTO DE VIGAS, PILARES

Fundamento

- SI  $\text{RATIO} < 1$  LA ESTRUCTURA CUMPLE EL ELU

Análisis de la estructura

- SI  $\text{RATIO} > 1$  LA ESTRUCTURA NO CUMPLE ELU

Diseño de cimentación

Conclusiones

POSIBLES SOLUCIONES:

- CAMBIAR PERFIL
- CAMBIAR ORIENTACIÓN
- REDISEÑAR ZONA DE LA ESTRUCTURA

Trabajos futuros



# COMPROBACIONES ESTADO LIMITE SERVICIO

- STAAD PRO 2007 NO TIENE MODULO PARA CHEQUEAR EL ESTADO LIMITE SERVICIO

Objetivo

Introducción

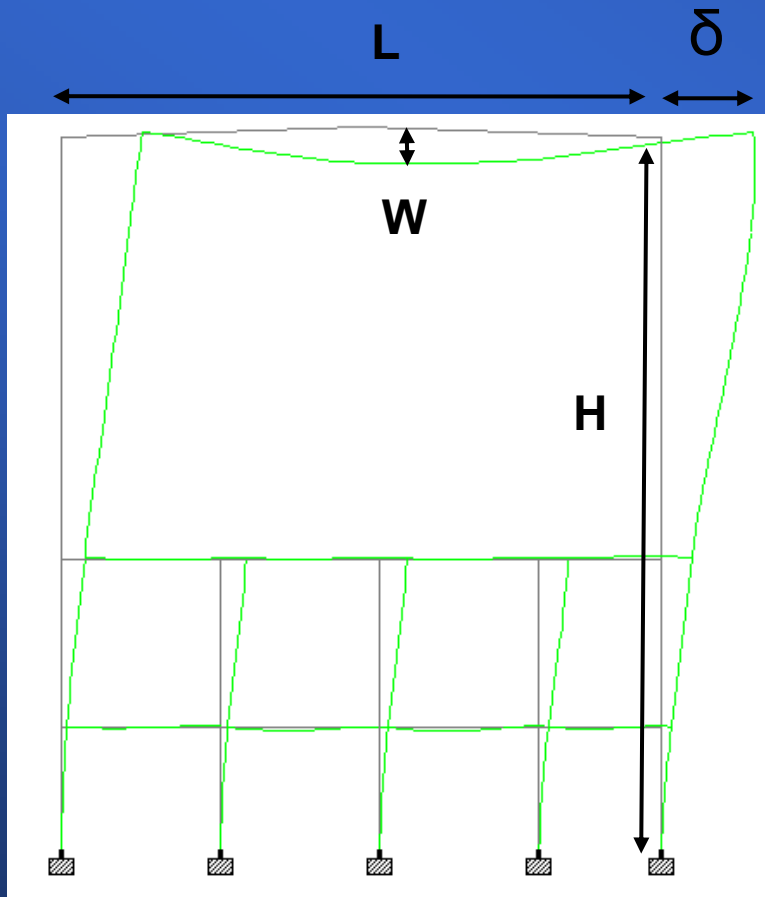
Fundamento

Análisis de la  
estructura

Diseño de  
cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros



$$\frac{W}{L} \leq \frac{1}{200}$$

$$\frac{\delta}{H} \leq \frac{1}{400}$$





# DISEÑO CIMENTACIÓN

PARTE DE LA ESTRUCTURA QUE TRASMITTE LAS CARGAS AL TERRENO

## TIPOLOGIAS DE CIMENTACIÓN

Objetivo

Introducción

Fundamento

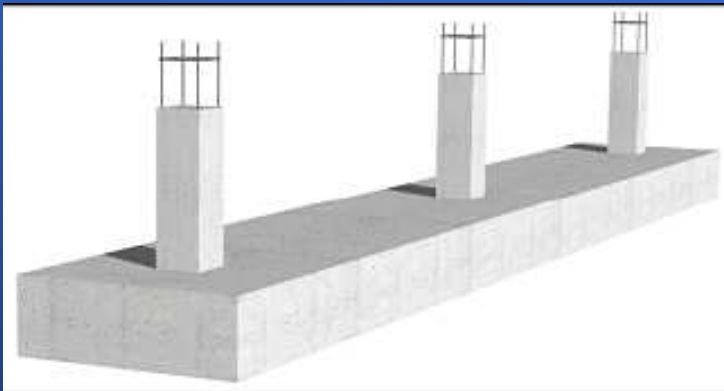
Análisis de la estructura

Diseño cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros

### CIMENTACIÓN SUPERFICIAL



### CIMENTACIÓN PROFUNDAS





# SELECCIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Objetivo
Introducción
Fundamento
Análisis de la estructura
Diseño cimentación
Conclusiones
Trabajos futuros





# GEOMETRÍA DE LA CIMENTACIÓN

Objetivo

Introducción

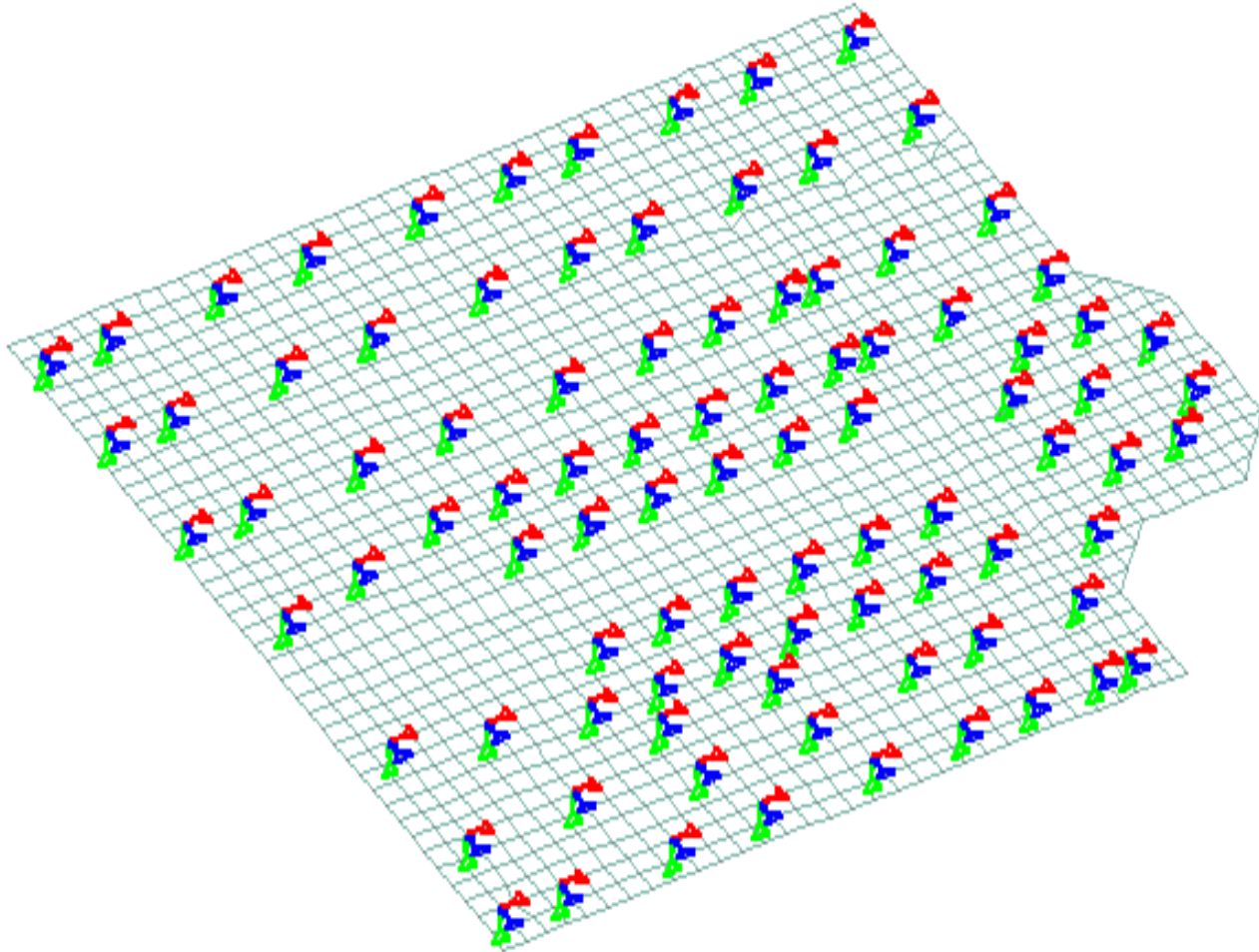
Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros





# CARGAS SOBRE LA CIMENTACIÓN

Objetivo

Introducción

Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño de cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros

- **CARGAS PERMANENTES**

**Peso propio**

- **CARGAS VARIABLES**

**Sobrecarga de uso**

- **CARGAS DE LA CALDERA Y CHIMENEA**

- **COMBINACIONES DE CARGAS**

**Estado limite último**

**Estado limite servicio**

# ENVOLVENTES DE ESFUERZOS

Objetivo

Introducción

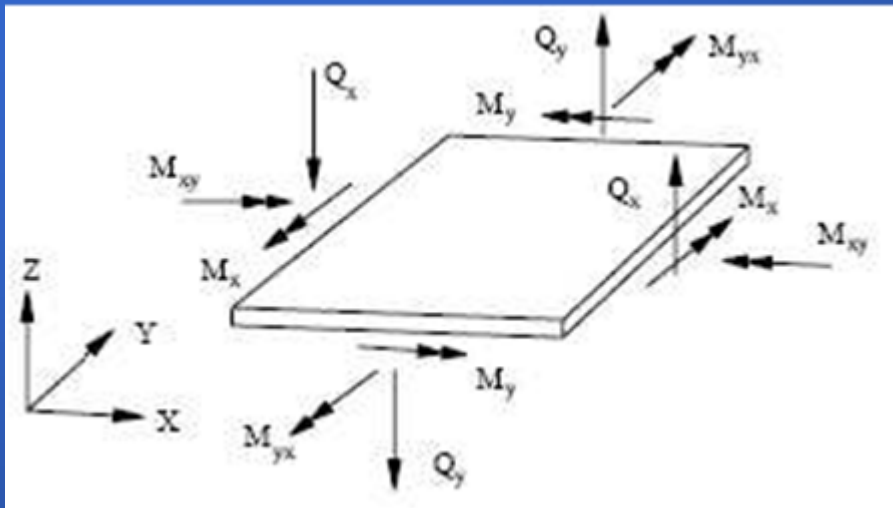
Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros



$$N_{dx} = S_x \pm |S_{xy}|$$

$$N_{dy} = S_y \pm |S_{xy}|$$

$$M_{dx} = M_x \pm |M_{xy}|$$

$$M_{dy} = M_y \pm |M_{xy}|$$

$$V_{Rd} = \sqrt{(Q_x)^2 + (Q_y)^2}$$

ENVOLVENTE DE ESFUERZOS					
	Ndx (kN)	Ndy (kN)	Mdx (mkN)	Mdy (mkN)	Vrd (kN)
MAX.	218.15	168.71	291.04	299.88	468.50
PLATE	1608	1622	1704	1734	1734
LOAD	225 LOAD C	423 LOAD C	228 LOAD C	323 LOAD C	416 LOAD C
MIN.	-219.11	-143.88	-494.99	-524.86	0.00
PLATE	1608	1622	1584	1728	-
LOAD	320 LOAD C	482 LOAD C	317 LOAD C	411 LOAD C	-





# ARMADO FLEXIÓN

CUANTIA MINIMA → ARMADO MINIMO

Objetivo

Introducción

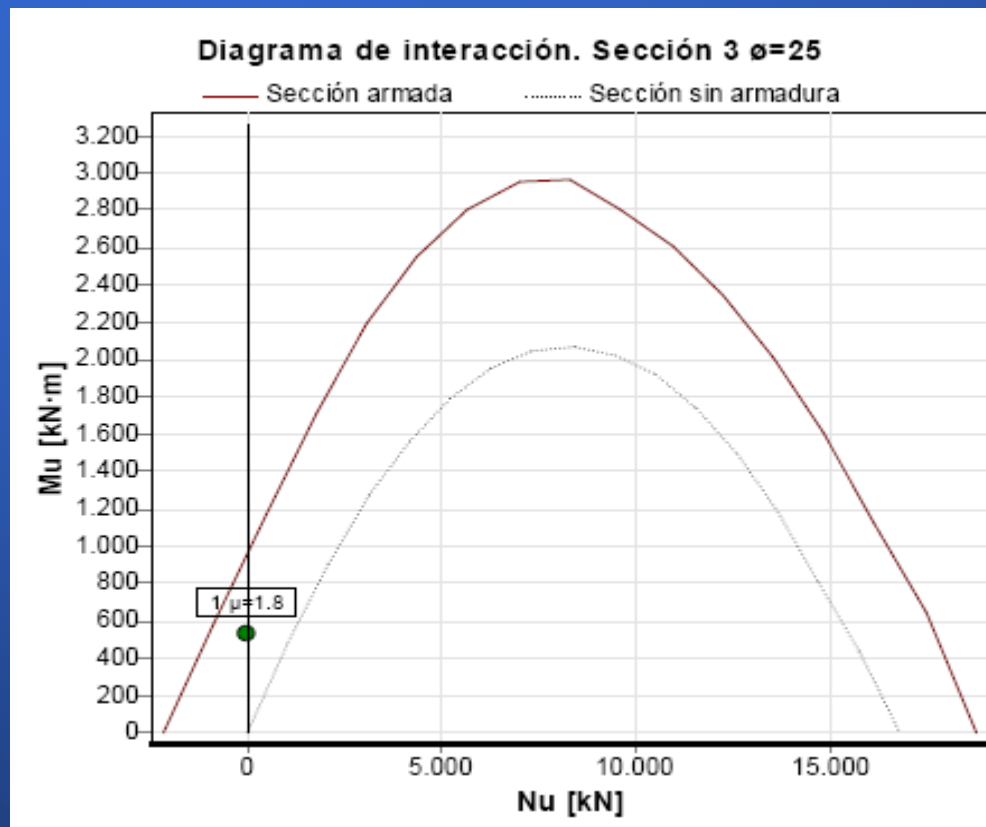
Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño cimentación

Conclusiones

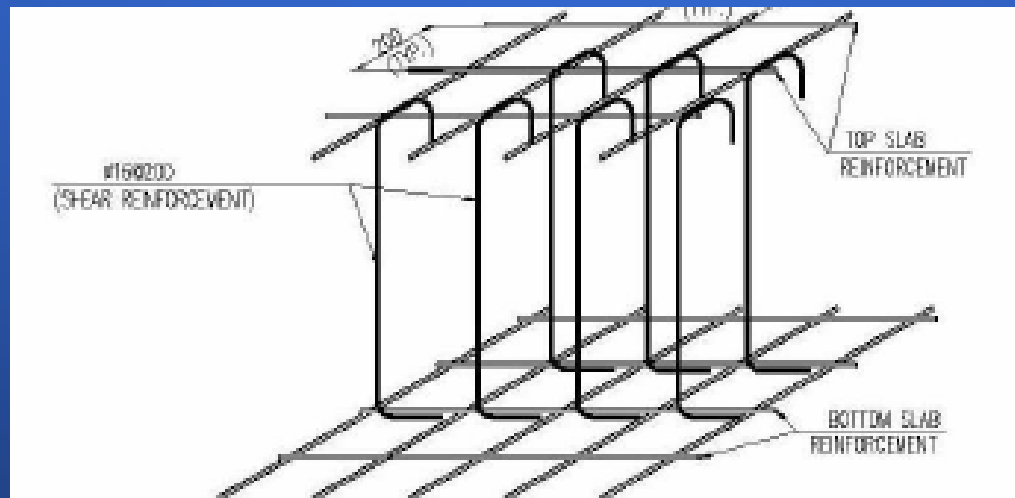
Trabajos futuros





# ARMADO CORTANTE

- NO ES NECESARIO UN ARMADO CORTANTE MINIMO
- HAY QUE COMPROBAR:
  - $V_u1 > V_{rd}$  Solución aumentar espesor
  - $V_u2 > V_{rd}$  Solución introducir armado



Objetivo

Introducción

Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros



# ARMADO PUNZONAMIENTO

Objetivo

- **SIMILAR AL MECANISMO A CORTANTE**

Introducción

- **MOTIVADA POR UNA CARGA O REACCIÓN LOCALIADAS EN SUPERFICIE PEQUEÑA.**

Fundamento

- **PLACAS DE ANCLAJE**
- **PILOTES**

Análisis de la estructura

Diseño cimentación

Conclusiones

- **NO ES NECESARIO ARMAR A PUNZONAMIENTO**

Trabajos futuros



# COMPROBACIÓN FISURACIÓN

Objetivo

- **EL HORMIGÓN SIEMPRE ESTA FISURADO**

Introducción

Fundamento

- **PERO HAY QUE ASEGURAR QUE CUMPLE LOS LIMITES**

Análisis de la estructura

Diseño  
cimentación

- **CALCULOS ANTERIORES ESTAN BASADOS EN EL CUMPLIMIENTO DE ESTOS LIMITES**

Conclusiones

Trabajos futuros





# CONCLUSIONES

## ESTRUCTURA

- SE ASEGURA SU INTEGRIDAD ESTRUCTURAL A TRAVÉS DEL EUROCÓDIGO
- LAS COMBINACIONES DE CARGA DE VIENTO PERMITEN PREDIMENSIONALIZAR LA ESTRUCTURA

## CIMENTACIÓN

- HA SIDO DETERMINANTE PARA ASEGURAR LA INTEGRIDAD DEL EDIFICIO LA DECISIÓN DE CIMENTAR MEDIANTE PILOTES
- SE MEJORA SU MODELIZACIÓN ELIMINANDO LAS UNIONES PUNTUALES QUE POR DEFECTO CONSIDERA STAAD PRO 2007

Objetivo

Introducción

Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño de cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros





# CONCLUSIONES

## GENERALES

Objetivo

Introducción

Fundamento

Análisis de la estructura

Diseño de cimentación

Conclusiones

Trabajos futuros

- **PARA EL ÉXITO DEL PROYECTO ES NECESARIA LA CORRECTA COMUNICACIÓN ENTRE LOS RESPONSABLES.**
- **LA IMPLANTACIÓN DEL EUROCÓDIGO EN LA COMUNIDAD EUROPEA HA FACILITADO LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO POR TECNICAS REUNIDAS EN FRANCIA.**



# RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Objetivo

- **DIMENSIONAMIENTO DE PLACAS DE ANCLAJE**

Introducción

- **DIMENSIONAMIENTO DE CORREAS DEL CERRAMIENTO**

Fundamento

- **DIMENSIONAMIENTO DE UNIONES**

Análisis de la estructura

- **OPTIMIZACIÓN DEL CALCULO**

Diseño cimentación

- **REALIZACIÓN DE PRESUPUESTO CIVIL**

Conclusiones

Trabajos futuros



***Gracias***  
***por su atención***